УДК 502.3
DOI 10.23947/2541-9129-2018-3-4-94-102

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРОДОВ

Н. К. Плуготаренко, Н. В. Гусакова, А. Г. Долгополова

Южный федеральный университет,
г. Таганрог, Российская Федерация
plugotarenkonk@sfedu.ru
gusakova@sfedu.ru
dolgopolova_anna@rambler.ru

В настоящее время экологическая обстановка городской среды способна оказывать влияние как на здоровье человека, так и на социальный комфорт населения. Данная работа посвящена поиску путей обеспечения экологической безопасности городов. Для улучшения экологической обстановки авторами предложен путь формирования экологического каркаса города. Рассмотрены принципы формирования экологически безопасной среды города. Предложена логико-вероятностная модель для оценки экологической безопасности городов.

Ключевые слова: экологический каркас, экологическая безопасность, развитие городов

Введение. В условиях крупного города вопросы обеспечения экологической безопасности приобретают первостепенную важность наряду с социальным комфортом населения. Невнимание к этим проблемам создает неполноценную и ущербную, представляющую опасность городскую среду. Такая обстановка способна оказывать неблагоприятное воздействие не только на здоровье человека, но и на его уровень жизни в целом. Поэтому вопрос формирования оценки и путей обеспечения экологической безопасности городов является актуальным и требует более подробного изучения.

Экологический каркас как путь обеспечения экологической безопасности городов. Важной составляющей концепции устойчивого развития городов является формирование в них благоприятной экологической обстановки. В

UDC 502.3
DOI 10.23947/2541-9129-2018-3-4-94-102

METHODS FOR ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY OF CITIES

N. K. Plugotarenko, N. V. Gusakova, A. G. Dolgopolova

Southern Federal University, Taganrog, Russian Federation
plugotarenkonk@sfedu.ru
gusakova@sfedu.ru
dolgopolova_anna@rambler.ru

Currently, the environmental situation of urban environment can have an impact on human health and social comfort of population. This paper is devoted to the search for ways to ensure the environmental safety of cities. To improve the ecological situation, the authors propose the way to form the ecological framework of the city. The principles of formation of environmentally safe situation are considered. A logical-probabilistic model is proposed for assessing the environmental safety of cities.

Keywords: ecological framework, environmental safety, urban development

Introduction. In large cities, the issues of environmental safety are of paramount importance along with the social comfort of the population. Inattention to these problems creates an inadequate and flawed, dangerous urban environment. Such an environment can have an adverse impact not only on human health, but also on the standard of living in general. Therefore, the issue of assessment formation and the ways to ensure environmental safety of cities are relevant and require study that is more detailed.

Ecological framework as a way to ensure environmental safety of cities. An important component of the concept of sustainable urban

городском поселении на природный каркас (лес, побережье, холмы и т. д.) оказывает негативное воздействие антропогенный каркас (индустриальные, рабочие и жилые районы, транспортные магистрали и автодороги). В результате появляется опасность разрушения экологического баланса в связи с потерей функциональных способностей природного каркаса.

Уменьшить техногенное воздействие на состояние природного каркаса и создать баланс между антропогенными и природными влияниями поможет формирование экологического каркаса города, что, в свою очередь, будет способствовать устойчивому развитию исследуемых городов.

Экологический каркас города рассматривается авторами как территориальная система, в состав которой входят «элементы культурного ландшафта» различного уровня. Такие элементы характеризуются типом (парк, лесопарк, городской и пригородный лес, луг), размером (от единичных экземпляров растительности на городской территории до крупных групповых скоплений на пригородной территории), функциональными характеристиками (рекреационные, инженерно-защитные, санитарно-защитные, озеленительные). «Элементы культурного ландшафта» в пространстве представляют единую «живую» сеть из «ядер» (ареальные блоки экологического каркаса) и «коридоров» (линейные блоки экологического каркаса). Таким образом, экологический каркас формируется целенаправленно для улучшения экологической обстановки на урбанизированных территориях.

Структура экологического каркаса. Ключевыми территориями являются «ядра» — участки, имеющие самостоятельную природоохранную ценность. Это особо охраняемые природные территории, примерами которых являются природные и национальные парки, дендрологические парки, ботанические сады, государственные природные заповедники и заказники и т. д.

Транзитные территории представлены «ко-

development is the formation of a favorable environmental situation. The anthropogenic framework (industrial, working and residential areas and highways) negatively affects natural framework in an urban settlement, (forest, coast, hills, etc.) As a result, there is a danger of ecological balance destruction due to the loss of functional abilities of the natural framework.

The formation of the ecological framework of the city, which, in turn, will contribute to the sustainable development of the studied cities, will help to reduce the anthropogenic impact on the natural framework state and to create a balance between anthropogenic and natural influences.

The authors consider the ecological framework of the city as a territorial system, which includes "elements of the cultural landscape" of different levels. Such elements are characterized by types (park, forest park, urban and suburban forest, meadow), sizes (from occasional vegetation in the urban area to large group clusters in the suburban area), functional characteristics (recreational, engineering, sanitary protection, landscaping). "Elements of the cultural landscape" represent a single "living" network of "cores" (areal blocks of the ecological framework) and "corridors" (linear blocks of the ecological framework). Thus, the ecological framework is formed purposefully to improve the environmental situation in urban areas.

The structure of the ecological framework. The key areas are "cores" - areas with independent environmental value. These are specially protected natural areas, examples of which are natural and national parks, dendrological parks, botanical gardens, state nature reserves and wildlife sanctuaries, etc.

Transit areas are represented by "corridors" -

ридорами» — участками, обеспечивающими существование «экологических связей» среди ключевых территорий. Кроме того, транзитные территории могут представлять обширные участки ландшафта, существование которых не препятствует возникновению «экологических связей», которые называются «связующий ландшафт». Например, линейные элементы ландшафта (приморские территории, долины рек и т. п.), которые называются «экологическими коридорами». Иногда между ключевыми территориями экологические связи обеспечивают «фрагментированные транзитные территории» — группы топографически разделенных участков.

Буферные территории (охранные зоны) являются защитой ключевых и транзитных территорий от воздействия внешних неблагоприятных факторов. Пример структуры экологического каркаса г. Таганрога представлен на рис. 1.

areas that ensure the existence of "environmental links" among the key areas. In addition, transit areas can represent vast areas of landscape, the existence of which does not prevent the emergence of "ecological relationships", which are called "connecting landscapes". The examples may be linear landscape elements (coastal areas, river valleys, etc.), which are called "ecological corridors". Sometimes "fragmented transit areas" — groups of topographically separated areas provide ecological relationships between key areas.

Buffer areas (protected areas) are the protection of key and transit areas from the impact of external adverse factors. Fig. 1 shows an example of ecological framework structure of Taganrog.

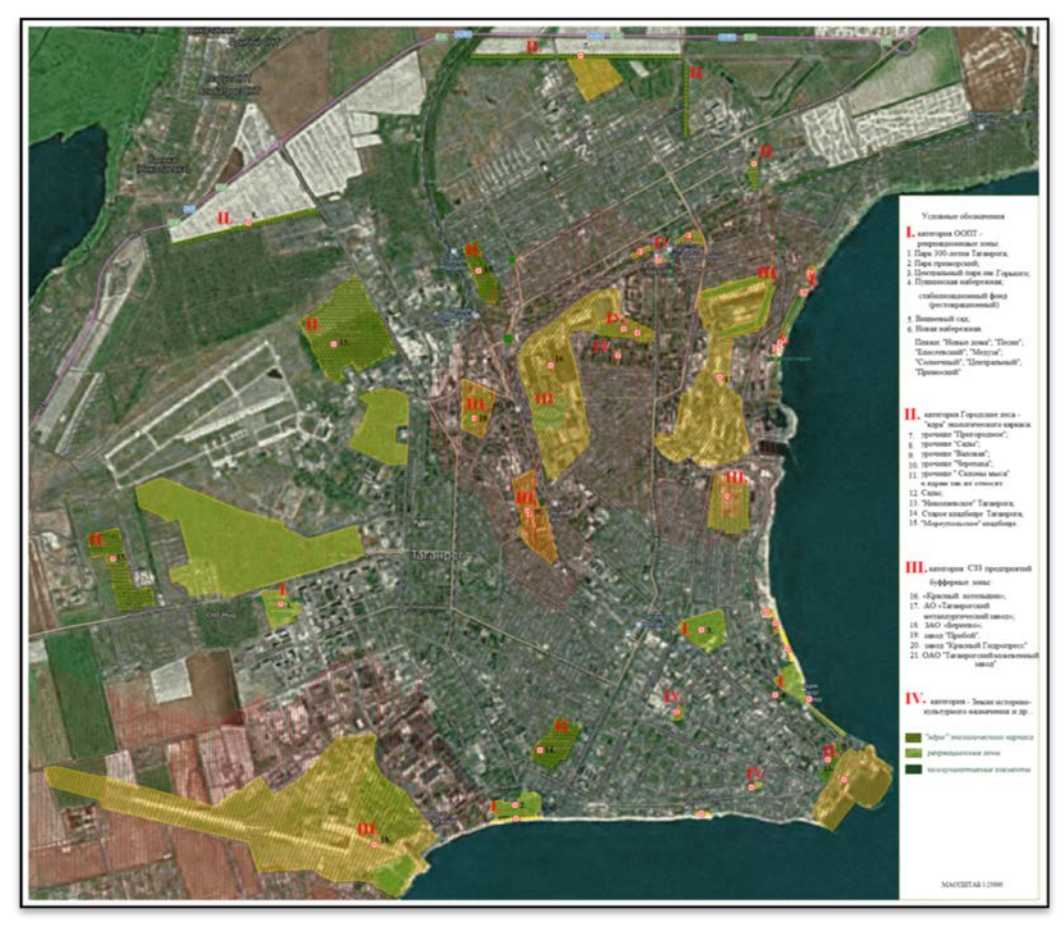


Рис. 1. Карта г. Таганрога. Структура экологического каркаса

Fig. 1. Map of Taganrog ecological framework structure

Принципы формирования экологически безопасной среды города. Формирование экологически безопасной среды города строится на следующих принципах:

- упорядочение и оптимизация планировочного каркаса — повышение уровня доступности и связности элементов городской среды, совершенствование системы строительства и эксплуатации инженерных и производственных инфраструктур, разработка и ввод в эксплуатацию объектов экологического мониторинга над антропогенной нагрузкой;
- проведение природоохранных мероприятий — рекультивация нарушенных земель, охрана флоры и фауны пригородных территорий, контроль возникновения неблагоприятных природных явлений на этапе проектирования и строительства объектов различного уровня;
- увеличение качества объектов строительства и проведения работ по благоустройству прилегающих и муниципальных территорий.

Оценка экологической безопасности городов. Применение комплексного подхода при разработке и построении («оптимизации») экологического каркаса на городской территории основано на проведении последовательной оценки существующей обстановки в городе с учетом основных параметров для каждой подсистемы, например, составление «прогноза развития реально существующей эколого-градостроительной обстановки», а также формирование предложений по проведению природоохранных мероприятий для снижения уровня негативного воздействия, путем проведения реконструкции экологически неблагоприятных городских территорий.

К значимым факторам (оцениваемым параметрам) можно отнести влияние работы объектов промышленности, эксплуатации транспортных средств разных видов (железнодорожного, авиационного и автотранспорта), состояния загрязненности атмосферного воздуха, уровня электромагнитного воздействия, сбросов промышленных и хозяйственно-бытовых объектов.

The principles of formation of ecologically safe environment of the city. The formation of ecologically safe environment of the city is based on the following principles:

- streamlining and optimization of the planning framework - increasing the level of accessibility and connectivity of elements of the urban environment, improving construction system and operation of engineering and industrial infrastructures, development and putting into operation of environmental monitoring facilities over anthropogenic load;
- carrying out environmental measures — recultivation of disturbed lands, protection of flora and fauna of suburban areas, control of occurrence of adverse natural phenomena at the stage of design and construction of objects of different levels;
- increasing the quality of construction works on the adjacent municipal areas.

The assessment of environmental safety of cities. The use of an integrated approach in the development and construction ("optimization") of the ecological framework in the urban area is based on a consistent assessment of the existing situation in the city, taking into account the basic parameters for each subsystem. The examples may be the preparation of "the forecast of the development of the existing ecological and urban environment", as well as the formation of proposals for environmental measures to reduce the level of negative impact, through the reconstruction of environmentally unfavorable urban areas.

The significant factors (estimated parameters) include the impact of industrial facilities, operation of vehicles of different types (rail, air and road), the state of air pollution, the level of electromagnetic influence, discharges of indus-

Вопросы проведения оценки состояния окружающей среды изучались отечественными [1–5] и зарубежными исследователями [6–9]. В рамках проводимых исследований применялись такие методы, как структурно-иерархическое пространственно-временное моделирование оценки риска [1], теория чувствительности [2], метод ортогональной декомпозиции климатических данных [2], математическое моделирование [3], теория нечеткой логики [3], методика определения «индекса экологического риска Хакансона» [6], «вычислительные имитационные модели» [7], «нечеткий стохастический подход» [8], «анализ иерархии и теории нечетких множеств» [9].

По итогам анализа литературных источников в качестве основного метода проведения оценки состояния окружающей среды в настоящей работе впервые применен логико-вероятностный подход, позволяющей проводить количественную оценку воздействия негативных факторов и оценку эффективности проведения природоохранных мероприятий.

Авторами разработана логико-вероятностная модель оценки уровня экологической безопасности города, общее количество элементов которой составило 1355, из них 885 обозначают факторы, оказывающие влияние на такие подсистемы как атмосферный воздух, природные водные объекты (поверхностные и подземные), источники питьевой воды, почвенный покров, шумовая и радиационная обстановка. На рис. 2 представлен небольшой фрагмент логико-вероятностной модели воздействия различных факторов на состояние атмосферного воздуха.

Для проведения оценки вероятности воздействия каждого рассматриваемого фактора составлена шкала оценок, основанная на лингвистических значениях параметров риска. Построена компьютерная модель оценки уровня экологической безопасности в программном комплексе «АРБИТР». Сформирована методика комплексной оценки уровня экологической безопасности промышленного города, позво-

trial and household facilities.

The issues of environmental assessment have been studied by domestic [1-5] and foreign researchers [6-9]. In the framework of the studies were used such techniques as structural-hierarchical spatial-temporal modeling of risk assessment [1], sensitivity theory [2], the method of orthogonal decomposition of climatic data [2], mathematical modeling [3], fuzzy logic [3], the method of determining the "Hakanson’s potential ecological hazards index" [6], "computer simulation models" [7], "fuzzy stochastic approach" [8], "analysis of hierarchy and the theory of fuzzy sets" [9].

Based on the results of the literature sources analysis a logical-probabilistic approach that allows quantifying the impact of negative factors and assessing the effectiveness of environmental measures was applied for the first time in this paper as the main method for assessing the state of the environment.

The authors have developed a logical-probabilistic model for assessing the level of environmental safety of the city, the total number of elements of which amounted to 1355, 885 of which denote the factors that affect such subsystems as atmospheric air, natural water bodies (surface and underground), drinking water sources, soil cover, noise and radiation conditions. Fig. 2 shows a small fragment of the logical-probabilistic model of various factors impact on the state of atmospheric air.

To assess the probability of impact of each factor under consideration, a scale of assessments based on the linguistic values of risk parameters is compiled. A computer model for assessing the level of environmental safety in the software application "ARBITR" was built. The method of complex assessment of the level of

ляющая рассчитывать существующий уровень экологической безопасности городов и прогнозировать эффективность экологического развития на его территории.

ecological safety of an industrial city, allowing to calculate the existing level of ecological safety of cities and to predict efficiency of ecological development in its territory, is formed.

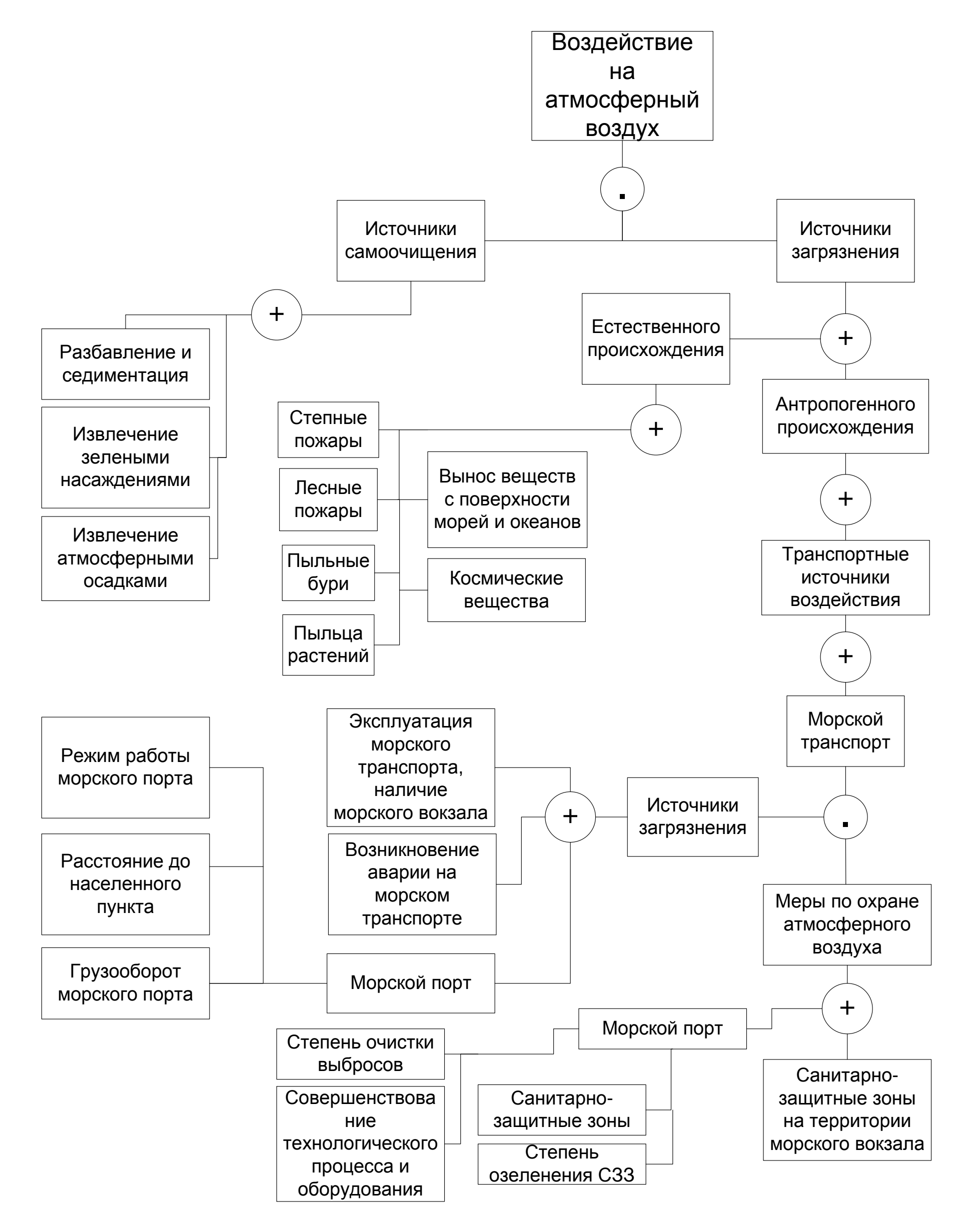


Рис. 2. Фрагмент логико-вероятностной модели

Fig. 2. The fragment of the logical-probabilistic model

Заключение. Авторами была предложена логико-вероятностная модель для оценки экологической безопасности городов, которая позволяет рассчитывать эффективность проводимых природоохранных мероприятий. Построение и развитие экологических каркасов — это путь улучшения экологической обстановки в городах и существенного снижения рисков для здоровья населения.

Conclusions. The authors have proposed a logical-probabilistic model for assessing the environmental safety of cities, which allows calculating the effectiveness of environmental measures. Building and developing ecological frameworks is a way to improve the environmental situation in cities and significantly reduce risks to public health.

Библиографический список

1. Мусихина, Е. А. Оценка экологического риска территории Иркутской области / Е. А. Мусихина // Успехи современного естествознания. — 2012. — № 2. — С. 26–30.

2. Пененко, В. В. Экологическое прогнозирование с учетом климатически обусловленных рисков / В. В. Пененко, Е. А. Цветова // Вычислительные технологии. — 2006. — Т. 11, Ч. 2. — С. 134–144.

3. Кореневский, Н. А. Прогнозирование заболеваний, вызываемых экологическими факторами риска, характерными для Курской области / Н. А. Кореневский [и др.] // Вестник Курск. гос. сельскохоз. академии. — 2009. — № 3. — С. 60–65.

4. Кравцова, М. В. Повышение эксплуатационной устойчивости сложных технических систем / М. В. Кравцова, А. И. Евсеев // Вектор науки Тольятт. гос. ун-та. — 2011. — № 4. — С. 67–70.

5. Соколов, Э. М. Разработка методов оценки, прогнозирования и предупреждения развития чрезвычайных ситуаций техногенного характера / Э. М. Соколов [и др.] // Известия Тул. гос. ун-та. Технич. науки. — 2010. — Вып. 4, Ч. 2. — С. 259–265.

6. Jiang, X. Potential ecological risk assessment and prediction of soil heavy-metal pollution around coal gangue dump / X. Jiang [and etc.] // Nat. Hazards Earth Syst. Sci. – 2014. – P. 599-1610.

7. Jianbing Li, An integrated fuzzy-stochastic modeling approach for risk assessment of groundwater contamination / Jianbing Li [and etc.] // Journal of Environmental Management. – 2007. – № 82. – P. 173-188.

8. Lígia T. Silva, City Noise-Air: An environmental quality index for cities / Lígia T. Silva, José F.G. Mendes // Sustainable Cities and Society. – 2012. – № 4. – P. 1-11.

9. Прогнозирование экологических рисков

References

1. Musikhina, E.A. Otsenka ekologicheskogo riska territorii Irkutskoy oblasti. [Ecological risk assessment of Irkutsk region.] Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya, 2012, no. 2, pp. 26-30 (in Russian).

2. Penenko, V.V., Tsevetova, E.A. Ekologicheskoe prognozirovanie s uchetom klimaticheski obuslovlennykh riskov. [Environmental forecasting, taking into account climate-related risks.] Vychislitel'nye tekhnologii, 2006, vol. 11, part 2, pp. 134-144 (in Russian).

3. Korenevskiy, N.A. et al. Prognozirovanie zabolevaniy, vyzyvaemykh ekologicheskimi faktorami riska, kharakternymi dlya Kurskoy oblasti. [Forecasting of the diseases caused by ecological risk factors, characteristic of the Kursk region.] Vestnik Kursk. gos. sel'kokhoz. akademii, 2009, no. 3, pp. 60-65 (in Russian).

4. Kravtsova, M.V., Evseev, A.I. Povyshenie ekspluatatsionnoy ustoychivosti slozhnykh tekhnicheskikh system. [Enhancement of operational stability of complex technical systems.] Vektor nauki Tol'yatt. gos. un-ta., 2011, no. 4, pp. 67-70 (in Russian).

5. Sokolov, E.M. et al. Razrabotka metodov otsenki, prognozirovaniya i preduprezhdeniya razvitiya chrezvychaynykh situatsiy tekhnogennogo kharaktera. [Development of methods of assessment, forecasting and prevention of man-made emergencies.] Izvestiya Tul. gos. un-ta. Tekhnich. nauki, 2010, vol. 4, part 2, pp. 259-265 (in Russian).

6. Jiang, X. et al. Potential ecological risk assessment and prediction of soil heavy-metal pollution around coal gangue dump. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 2014, pp. 599-1610.

7. Jianbing Li et al. An integrated fuzzy-stochastic modeling approach for risk assessment of groundwater contamination. Journal of Environmental Management, 2007, no. 82, pp. 173-188.

8. Lígia T. Silva, José F.G. Mendes City Noise-Air: An environmental quality index for cities. Sustainable Cities and Society, 2012, no. 4, pp. 1-11.

с использованием анализа иерархий и теории нечетких множеств / Р. Риахи [и др.] // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2006. — № 5. — С. 114–118.

9. Riakhi R. et al. Prognozirovanie ekologicheskikh riskov s ispol'zovaniem analiza ierarkhiy i teorii nechetkikh mnozhestv. [Forecasting environmental risks using the analytic hierarchy process and fuzzy set theory.] Vestnik Vinnitskogo politekhnicheskogo instituta, 2006, no. 5, pp. 114-118 (in Russian).

Поступила в редакцию 10.02.2018
Сдана в редакцию 11.02.2018
Запланирована в номер 20.04.2018

Received 10.02.2018
Submitted 11.02.2018
Scheduled in the issue 20.04.2018

Плуготаренко Нина Константиновна,
заведующий кафедрой техносферной безопасности и химии института нано технологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета (РФ, г. Таганрог, ул. Чехова, 2), кандидат технических наук, доцент
plugotarenkonk@sfedu.ru

Гусакова Наталья Владимировна,
доцент кафедры техносферной безопасности и химии института нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета (РФ, г. Таганрог, ул. Чехова, 2), кандидат педагогических наук, доцент
gusakova@sfedu.ru

Долгополова Анна Геннадьевна,
аспирант кафедры «Информационные и измерительные технологии института нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета (РФ, г. Таганрог, ул. Чехова, 2)
dolgopolova_anna@rambler.ru

Plugotarenko Nina Konstantinovna,
head of the Department of Technosphere Safety and Chemistry Department of Institute of Nanotechnology, Electronics and Instrument Engineering of Southern Federal University (RF, Taganrog, Chekhov Str. 4), candidate of technical sciences, associate Professor
plugotarenkonk@sfedu.ru

Gusakova Natalya Vladimirovna,
associate Professor of Technosphere Safety and Chemistry Department of Institute of Nanotechnology, Electronics and Instrument Engineering of Southern Federal University(RF, Taganrog, Chekhov Str. 4), candidate of pedagogical sciences, associate Professor
gusakova@sfedu.ru

Maslenskiy Viktor Valerevich,
graduate student of Nanotechnology, Electronics and Instrument Engineering of Southern Federal University (RF, Taganrog, Chekhov Str. 4)
dolgopolova_anna@rambler.ru